WU 273 N1
the Medical Library

Ueber die Zerkleinerung und Lösung von Nahrungsmitteln beim Kauact.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen medicinischen Facultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

von

J. U. Gaudenz,

pract. Zahnarzt

aus

Schuls (Engadin) **Schweiz.**

München.

Druck von R. Oldenbourg.

1901.

Ueber die Zerkleinerung und Lösung von Nahrungsmitteln beim Kauact.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen medicinischen Facultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

von

J. U. Gaudenz,

pract. Zahnarzt

aus

Schuls (Engadin) **Schweiz.**

München.

Druck von R. Oldenbourg.

1901.

Referent: Prof. Dr. K. B. Lehmann.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

I. Fragestellung und Methodik.

Obwohl in allen physiologischen und zahnärztlichen Werken die Bedeutung eines guten Gebisses resp. eines sorgfältigen Zerkauens der Speisen als selbstverständlich angesehen wird, fehlt es meines Wissens an Arbeiten, welche einen Anhaltspunkt dafür geben, was denn unter »gutem Kauen« zu verstehen sei.

Ich habe mich daher gerne auf Anregung des Herrn Professors Dr. K. B. Lehmann mit der Frage: Wie weit, d. h. in welchem Grade geht die mechanische Zerkleinerung fester Nahrungsmittel beim normalen Menschen mit normalem Gebiss vor sich? eingehender beschäftigt und hoffe, dass meine Resultate eine wohl schon oft empfundene Lücke ausfüllen.

Anfänglich hatte ich bei meiner Arbeit nur die rein physikalisch-mechanische Seite des Kauactes studirt und mein Hauptaugenmerk auf eine möglichst genaue Zählung der durch den Kauact entstandenen Partikel, sowie auf die Bestimmung ihrer Grösse resp. Durchmesser gelegt. Die daran anschliessenden Untersuchungen über die beim Versuch »verloren gegangene« Substanzmenge sollten hauptsächlich als Beweismittel für die

Genauigkeit der Versuche dienen. Gleich nach den ersten Versuchen kamen wir aber zur Einsicht, dass sich durch eine kleine Abänderung der Versuchsmethode zugleich auch die Löslichkeitsverhältnisse der verwendeten Nahrungsmittel durch den Mundspeichel genau bestimmen lassen und suchten deshalb, das Versuchsverfahren auch mit Rücksicht auf Beantwortung dieser zweiten, ebenso wichtigen Frage zu vervollständigen.

Meine Versuche zerfallen in zwei Gruppen, in der ersten wurde besonders der Zerkleinerungsgrad und nur nebenbei die Löslichkeit, in der zweiten vor Allem die Löslichkeit und nur nebenbei die Zerkleinerung bestimmt. Bei der Bestimmung der gelösten Bestandtheile interessirte mich insbesonders das Verhalten der Stärke. Ist doch noch immer fraglich, ob in der Mundhöhle die etwa $^1/_2$ Minute dauernde Speichelwirkung zur Lösung von Stärke genügt [Weinstein[1]), Jungmann[2])], oder ob die Zeit dazu zu kurz ist [Neumeister[3])].

In meinen Versuchen habe ich nur die Einwirkung des Mundspeichels auf unsere genussfertigen Haupt-Nahrungsmittel untersucht, ist doch die Wirkung des Speichels auf Stärkekleister im Brutschrank während längerer Zeit nur von theoretischem und nicht von praktischem Interesse, wenn es sich um das Schicksal des Brotes in der Mundhöhle handelt.

Meine Versuche habe ich folgendermaassen angestellt: Ich bestimmte das Volumen und Gewicht eines mässigen Bissens der zu untersuchenden Speise. Das Gewicht wurde stets direct festgestellt, das Volumen bestimmte ich bei exact in Würfelform zu schneidenden Speisen mit dem Maassstab, bei unregelmässig geformten Objecten durch Rechnung. Dazu war die Ermittelung des specifischen Gewichtes der Substanz nöthig, das

1) Dr. Victor Weinstein, Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung des menschlichen Mundspeichels für die Verdauung im Magen, insbesondere des Brotes. (Aus dem Laboratorium der medicinischen Klinik von Prof. v. Leube in Würzburg.) Inaugural-Dissertation, 1899.

2) Dr. Eugen Jungmann, Studien über Mehl und Brot. Einfluss der menschlichen Verdauungssäfte auf altbackenes und frisches Brot. (Aus dem hygienischen Institut Würzburg.) Archiv f. Hygiene, Bd. XXIV, S. 109.

3) Neumeister, Lehrbuch der physiologischen Chemie.

in bekannter Weise dadurch gewonnen wurde, indem man das Steigen des Wassers in einer weiten Bürette durch Eintauchen eines gewogenen Objectes beobachtete.

Der Bissen wurde hierauf so lange gekaut, bis ich das Gefühl hatte, ich möchte die gekaute Masse [illegible]lucken. Dabei wurde die Zeitdauer des Kauens genau notirt und in Parallelversuchen stets die gleiche Zeitdauer eingehalten. Der so erhaltene Brei wurde in ein Glas ausgespuckt, der Mund mit destillirtem Wasser gut nachgespült und wo es nothwendig schien, der Zahnstocher benützt, dann nochmals nachgespült und gegurgelt.

Der so gesammelte Brei wurde nun mit destillirtem Wasser geschlemmt (auf 500 ccm aufgefüllt) und das Ganze durch einen Eisendrahtfilter gelassen, dessen Maschen Partikelchen bis zu 1 mm noch durchliessen. Die auf dem Netz zurückgebliebenen Partikel wurden auf eine Glasplatte gebracht und nach dem Augenmaass in eine gröbere und feinere Fraction mit der Pincette zerlegt. Hierauf ermittelte ich die Zahl der gröberen und der feineren Fragmente besonders, und stellte durch zahlreiche Messungen die Maximal- und Minimalgrösse der Partikel in beiden Fractionen fest. Endlich trocknete ich die beiden Fractionen ohne Filter in Wägegläser gestrichen und wog sie. Das trübe Filtrat von Drahtnetz wurde durch ein Papierfilter gegeben. Von dem so erhaltenen Rückstand, der aus unzähligen feinen und feinsten Partikelchen (alle unter 1 mm Durchmesser) bestand, wurde ein ganz kleiner Theil auf einen Objectträger gebracht und der Durchmesser der Fragmente mikroskopisch bestimmt. Es wurden bei jedem Versuch 20–30 Messungen vorgenommen und die Durchschnittszahl daraus berechnet.

Dann wurde das Filter, dessen Trockengewicht nach einem Verweilen von 3—4 Stunden im Trockenschrank kunstgerecht festgestellt worden war, mit dem Filterrückstand in den Trockenschrank zurückgebracht und durch nachheriges Wiegen des Filters das Gewicht der Trockensubstanz (Fragmente unter 1 mm Durchmesser) aus der Gewichtsdifferenz berechnet.

Von dem Filtrat durch das Papierfilter, dessen Menge jedesmal genau gemessen wurde, wurden 250 ccm in der Platinschale

auf dem Wasserbad eingedampft, und davon die Trockensubstanz bestimmt, woraus sich dann leicht das Gewicht der Trockensubstanz der ganzen Filtratmenge berechnen liess.

Vor jedem Versuche machte ich mir zwei gleich schwere Stücke des Nahrungsmittels zurecht, wovon das eine gekaut, das andere nur getrocknet und gewogen wurde. So erreichte ich, dass ich zugleich mit der Zählung und Durchmesserbestimmung der erhaltenen Partikel auch erfuhr, wie viel von der zu dem Versuche verwendeten Substanz ungelöst blieb, wie viel gelöst wurde und wie viel Substanz durch Versuchsfehler verloren ging.

Nicht unterlassen will ich, ausführlich zu betonen, dass ich in einer Anzahl (mit * bezeichneten Versuchen) eine Nachwirkung von Ptyalin auf den gekauten Brei dadurch unmöglich zu machen suchte, dass ich demselben einige Tropfen Salzsäure beimischte. Dadurch wird nach Weinstein[1]) (schon geringe Mengen freier Salzsäure 0,025 % heben die amylolytische Wirkung des Speichels auf) sicher die Verzuckerung aufgehoben. In anderen Versuchen geschah dies nicht, die Resultate blieben die gleichen.

Nach dieser einwandsfreien Methode sind meine 11 letzten Versuche ausgeführt, die im Druck durch Cursivschrift hervorgehoben sind. Die Resultate derselben dienen meinen Schlüssen in erster Linie als Grundlage.

Die anderen 26 Versuche können keine so genauen Ergebnisse liefern, da ich durch ein Missverständnis zum Abwiegen der getrockneten Filter eine Apothekerwage benützte, deren Resultate sich als um + oder — 10 mg genau herausstellten. Da aber die nach dieser unvollkommenen Methode erlangten Werthe sehr gut zu denen stimmten, welche mir das Wiegen auf der feinen Wage unter den schärfsten Cautelen lieferte, so trage ich kein Bedenken, sie ebenfalls als brauchbar anzusehen. Die

1) Dr. Victor Weinstein, Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung des menschlichen Mundspeichels für die Verdauung im Magen, insbesondere des Brodes. (Aus dem Laboratorium der med. Klinik von Prof. v. Leube in Würzburg.) Inaugural-Dissertation, 1899.

Bestimmung der Zahl und Grösse der Fragmente wurde natürlich in beiden Versuchsreihen gleich sorgfältig und genau vorgenommen.

II. Art des Kauens.

Grösse des Bissens. Ich habe zwei verschiedene Volumina 3 und 5 ccm zu meinen Versuchen aus folgenden Gründen gewählt: 3 ccm, um leichter die genaue Zählung der Partikel vornehmen zu können, 5 ccm, um besser die Löslichkeitsverhältnisse des betreffenden Nahrungsmittels feststellen zu können, und weil dies ein für den normalen Kauact geeignetes Stück ist, worüber ich mich durch einen einfachen Versuch überzeugte. Das Kauen wird bekanntlich vorbereitet durch das Beissen und bei den civilisirten Menschen durch die Verarbeitung der Nahrungsmittel zu Speisen und durch den Gebrauch des Messers. Bei dem Beissen wird von einem grösseren Stück eines Nahrungsmittels ein für den normalen Kauact geeignetes Stück zwischen den Schneidezähnen durch festen Kieferschluss abgequetscht oder auch wohl von dem in der Hand festgehaltenen Nahrungsmittel unter Zuhilfenahme der Nackenmuskulatur abgerissen. Ich versuchte das Gewicht eines solchen Stückes beim Menschen mit normalem Gebiss festzustellen, indem ich zu verschiedenen Malen Stücke von einem grösseren Stück eines Nahrungsmittels abbiss und diese auf einer Apothekerwage wog. Ich erhielt folgende Zahlen:

1. Apfel: 4,5 g; 4,7 g; 4,9 g; 5,5 g. Durchschnittszahl: 4,9 g.

2. Brod (Weizenbrod): 3,4 g; 4,3 g; 2,9 g; 2,8 g; 5,2 g. Durchschnittszahl: 3,6 g.

3. Rettig: 7,1 g; 6,2 g; 7,3 g. Durchschnittszahl: 6,8 g.

4. Schinkenbrod: 7,5 g; 7,2 g; 6,5 g; 5,9 g. Durchschnittszahl: 6,77 g.

Das Volumen der abgebissenen Stücke änderte sich mit den verschiedenen Nahrungsmitteln nicht wesentlich (zwischen 4 bis 6 ccm) und ich habe daher einen Bissen von 5 ccm (das Mittel) als einen für den normalen Kauact geeigneten angenommen. Freilich

wird das Volumen, je nach Beschaffenheit des Gebisses eines jeden beim einzelnen Menschen etwas verschieden sein. Das Gewicht des Bissens ist vom spec. Gewicht des Nahrungsmittels abhängig.

Mein Versuchsverfahren wird sich am Besten durch ein Beispiel erläutern lassen; es illustrirt besser als viele Worte, in welcher Weise ich die Untersuchungen vorgenommen und die Befunde aufgezeichnet habe.

Beispiel 4. Tabelle I.

Eiweiss (hart gekocht): 5 ccm = 5550 mg.
Spec. Gewicht: 1,11. Trockensubstanz: 821 mg.
Zerkaut: 30 Secunden.

Wir erhalten einen Brei bestehend aus:

I. Mit blossem Auge zählbaren Partikeln und zwar:

a) **grössere** Partikel von einem Durchmesser von:

7—9 mm = 10
3—6 mm = 91

Also von einem Durchmesser von 3—9 mm: Anzahl: 101.
Gewicht der Trockensubstanz dieser Partikel: 456 mg.

b) **kleinere** Partikel von einem Durchmesser von:
1—2 mm. Anzahl 423.
Gewicht der Trockensubstanz dieser Partikel: 210 mg.

II. Nur mikroskopisch messbare Partikel von einem Durchmesser von 0,05—0,9 mm. Anzahl: nicht bestimmt.

Gewicht der Trockensubstanz dieser Partikelchen: 40 mg.

Gewicht der gesammten Trockensubstanz: **706 mg.**

Also wurden 115 mg oder 14% gelöst.

30 mikroskopische Messungen.

0,1	0,3	0,2	0,4	0,05	0,2	0,05	0,1	0,9	0,1
0,2	0,2	0,1	0,1	0,05	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3
0,3	0,2	0,3	0,2	0,5	0,1	0,9	0,8	0,4	0,2

Durchschnitt: **0,27 mm.**

III. Filtratmenge = 620 ccm.

Trockensubstanz von 250 ccm. 0,0496 g.

Trockensubstanz der ganzen Filtratmenge 119 mg.

Wir erhalten also durch den Versuch ein + von 4 mg.

Die Trockensubstanz des bei dem Versuch abgeschiedenen Speichels beträgt 37 mg.

Es gingen also durch den Versuch verloren etwa 33 mg = 4 %.

Ich habe der Uebersicht halber die Resultate meiner Versuche, die alle nach dem oben angeführten Schema ausgeführt wurden, in einigen kleineren Tabellen zusammengestellt. Aus diesen sind einerseits die Anzahl der erhaltenen Partikel und deren Durchmesser, andererseits die Gewichts- und Procentverhältnisse der ungelösten zu der gelösten Substanz, sowie die durch den Versuch erfolgten Gewichts- und Procent-Substanzverluste leicht ersichtlich. Zugleich ist dem Leser Gelegenheit geboten, meine Hauptversuche mit den früheren ohne grosse Mühe vergleichen zu können.

Sämmtliche Versuche habe ich an mir selbst vorgenommen. Ich glaube über ein normales Gebiss zu verfügen; es fehlen mir nur oben je rechts und links der I. Prämolar, die übrigen Zähne sind normal, durch Caries hervorgerufene Substanzverluste sind durch Füllungen ersetzt. Das Kauen habe ich immer möglichst gleichmässig besorgt.

Ich will nicht unterlassen, an dieser Stelle den Leser dieser Zeilen aufmerksam zu machen, die Bezeichnungen, die ich für die verschiedenen Grössen der beim Kauen erhaltenen Theilchen eingeführt habe, zum leichteren Verständnis meiner Arbeit sich wohl merken zu wollen. Ich bezeichnete als:

gröbste Partikel: Theilchen über 7 mm Durchmesser;
grössere Partikel: Theilchen von 4—7 mm Durchmesser;
kleinere Partikel: Theilchen von 1—4 mm Durchmesser;
feinste Partikel: Theilchen unter 1 mm Durchmesser.

In meinen Tabellen habe ich die »gröbsten« Partikel, die meistens nur in kleiner Anzahl vorhanden waren, zu den »grösseren« gezählt.

Meine Versuche bezogen sich auf:

1. animalische, eiweisshaltige Nahrungsmittel;
2. stärkereiche Vegetabilien;
3. zuckerhaltige Vegetabilien.

III. Resultate an animalischen, eiweisshaltigen Nahrungsmitteln.

(Siehe Tabelle I auf Seite 12 u. 13.)

Ich untersuchte:

Hart gekochtes Eiweiss, Holländer Käse, weissen Pressack (Schwartenmagen), gekochtes Rindfleisch, gebratenes Ochsenfleisch.

Hart gekochtes Eiweiss bildete eines der besten Objecte für die Zerkleinerungsfrage. Es liessen sich sehr genau sowohl Zählung als Durchmesserbestimmung der erhaltenen Partikel vornehmen. Gröbste Partikel von 7—9 mm Durchmesser fand ich beim Kauen von 5 ccm einmal 3 Stücke, einmal 10. Bei der Zerkleinerung von nur 3 ccm waren gröbste Partikel nicht zu finden. Die gekaute Masse liess sich ohne grosse Mühe in zwei Fractionen theilen.

Ich konnte beobachten, dass beim Schlucken der gekauten Masse diese gröbsten Theilchen im Munde zurückbehalten wurden und daselbst eine nachträgliche Zerkleinerung erlitten. Einige Gewichtsbestimmungen dieser gröbsten Stücke ergaben ein Durchschnittsgewicht von 190 mmg. Die grösseren Partikel hatten beim Eiweiss ein Durchschnittsgewicht von — 90 mg; die kleineren Theilchen von — 20 mg.

Interessant war die Zerkleinerung beim Fleisch. Es waren stets nur einige wenige (2—3) gröbste fetzige Stücke vorhanden. Dieselben waren stark zerquetscht und nur einige Bindegewebsstränge hielten oft die Fetzen noch aneinander. Die Stücke waren von beträchtlicher Länge (5—6 cm); ihre grössten Dickendurchmesser betrugen 10—12 mm. Die Zählung der kleineren Partikel war äusserst mühevoll und nur ganz ungefähr auszuführen, da dieselben einzelne, nur locker an einander haftende Muskelfasern darstellten. Ich zählte 2 Fasern als 2 Theilchen, wenn ihr Zusammenhang nur ganz locker war, als eines, wenn sie etwas fester an einander hingen. Die nur mikroskopisch mess-

baren Partikeln rekrutirten sich ausschliesslich aus Muskelfasern von einer Länge von 0,2—0,9 mm und einem Durchmesser von 0,1—0,2 mm (Dickendurchmesser).

Aehnliche Resultate wie beim gekochten Rindfleisch erhielt ich beim Kauen von weissem Pressack. Es fanden sich auch hier stets mehrere gröbste Stücke (2—3) von einem Durchmesser von 10—12 mm im Durchschnitt, dazu aber immer auch einige, deren Durchmesser sich mehr dem der grösseren Theilchen näherte. So fand ich z. B. beim Kauen von 5 ccm:

gröbste Partikel von einem Durchmesser von
9—12 mm = 3
7—10 mm = 6;
grössere Partikel von einem Durchmesser von
4—7 mm = 32;
kleinere Partikel von einem Durchmesser von
1—4 mm = 269.

Während beim Eiweiss und Fleisch nach Ausscheidung der gröbsten Stücke die grösseren Partikel ohne grosse Mühe sich von den kleineren trennen liessen, war ein Zerlegen der Fragmente in zwei Fractionen nach dem Augenmaass beim Presssack, wegen der ganz verschiedenen Durchmesser-Grössen der einzelnen Theilchen, nicht so einfach. Diese ungleichmässige Zerkleinerung des Pressacks erkläre ich mir dadurch, dass in demselben dem gehackten Fleisch Knorpelstücke beigemischt sind, die anders als das Fleisch zerkleinert werden.

Verschieden von den bis jetzt besprochenen Nahrungsmitteln wurde der Holländer-Käse zerkleinert. Während von Eiweiss Fleisch und Pressack nur 15—20% feinst zerkleinert wurden (in Theilchen unter 1 mm), wurden 50% des Holländer-Käses feinst zerkleinert, also die Hälfte.

Verhältnis der feinst zerkleinerten (unter 1 mm) zu der nur grob zerkleinerten (über 1 mm D.) Masse:

Hart gekochtes Eiweiss:	1 : 5;
Holländer-Käse:	1 : 1;
weisser Pressack:	1 : 3;
gekochtes. Rindfleisch:	1 : 4.

Tabelle I. **Animalische, eiweiss-**

Eiweiss, Holländer Käse, Pressack

A. Zerkleinerung durch den normalen Kauact

Art des Objects	Spec. Gewicht	Grösse in ccm	Gewicht des Bissens in mmg	Zeitdauer des Kauens in Secunden	Anzahl der mit blossem Auge zählbaren Partikeln		Durchmesser dieser Partikel in mm		Durchmesser der nur mikroskopisch messbaren Partikel
					a) grössere	b) kleinere	a) von d. grösseren	b) von d. kleineren	
Hart gekochtes Eiweiss, gekaut	1,11	3	3 330	16	73	296	3—6	1—3	0,05—0,9
	*1,12	3	3 360	15	69	262	3—5	1—3	0,01—0,9
	*1,11	5	5 550	30	104	494	2—8	1—2	0,05—0,9
	1,11	*5*	*5 550*	*30*	*101*	*423*	*3—9*	*1—2*	*0,05—0,9*
	**1,11*	*5*	*5 540*	*28*	—	—	—	—	—
Hart gekochtes Eiweiss, zerrieben	*1,11*	*5*	*5 550*	*30* Secunden mit 5 ccm Speichel zerrieben.					
	1,12	*5*	*5 540*	*30* Sec. mit 5 ccm destill. Wasser zerrieben.					
Holländer Käse	1,12	3	3 600	15	42	182	3—5	1—2	0,01—0,6
	1,12	*5*	*5 600*	*30*	*60*	*262*	*2—8*	*1—3*	*0,01—0,8*
Pressack	1,18	3	3 540	15	51	156	3—12	1—3	0,03—0,9
	*1,18	3	3 540	16	69	216	3—11	1—2	0,01—0,8
	*1,18	5	5 900	23	77	233	3—12	1—3	0,02—0,8
Fleisch:									
a) Gebratenes Ochsenfleisch	1,27	3	3 810	30	108	595	2—12	2—4	0,05—0,6
b) Gekochtes Ochsenfleisch	—	—	2 950	60	22	190	3—6	1—3	0,1 —0,2
c) Gebratenes Pferdefleisch	—	—	6 500	30	88	500	2—4	1—2	0,2 —1,0

Verhältnis der grösseren zu den kleineren Partikeln.

Hart gekochtes Eiweiss: 1 : 4;
Holländer-Käse: 1 : 4;
weisser Pressack: 1 : 4;
gekochtes Rindfleisch: 1 : 5.

Am gröbsten blieb die Zerkleinerung bei Fleisch, sowohl die Zahl der groben, wie der feinen Fragmente ist ein Maximum, dann folgt Eiweiss.

reiche Nahrungsmittel. Tabelle I.

(Schwartenmagen), Fleisch.

Trockensubstanz des ganzen Bissens in mmg	Trockensubstanz der erhaltenen Partikel in mmg: a) der grösseren	b) der kleineren	c) der mikroskop. gemessenen	Trockensubstanz des Filtrats in mmg	Gesammtmenge d. wiedergefundenen Trockensubstanz in mmg	Substanzverlust durch den Versuch in mmg	Substanzverlust durch den Versuch in %	Gewicht der ungelösten Substanz in mmg	Gewicht der gelösten Substanz in mmg	Gewicht der: a) ungelösten Substanz in %	b) gelösten Substanz in %
B. Löslichkeit durch den menschlichen Mundspeichel											
450	200	100	80	50	430	— 20	4	380	70	84	16
480	210	110	90	60	470	— 10	2	410	70	85	15
800	300	250	140	100	790	— 10	1	690	110	86	14
821	*456*	*210*	*40*	*119*	*825*	+ *4*	—	*706*	*115*	*86*	*14*
805	*405*	*200*	*107*	*100*	*810*	+ *5*	—	*712*	*93*	*88*	*12*
804	—	*661*	—	*180*	*841*	+ *37*	—	*661*	*143*	*82*	*18*
800	—	—	—	*100*	—	—	—	*700*	*100*	*88*	*12*
2 000	250	150	600	900	1 900	—100	— 5	1 000	1 000	50	50
3 100	*320*	*200*	*1 300*	*1 210*	*3 030*	— *70*	— *2*	*1 820*	—	*58*	*42*
1 360	600	200	170	280	1 250	—110	— 8	970	390	72	28
1 340	580	240	210	220	1 250	90	— 7	1 030	310	77	23
2 270	1 120	240	580	266	2 206	64	— 3	1 940	330	85	15
1 620	480	520	420	200	1 620	—	—	1 420	200	88	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 300	400	500	900	—	—	—	—	1 800	500	80	20

Betrachten wir die Löslichkeitsverhältnisse dieser ersten Gruppe, so erscheinen uns bei dem ersten Blick die Zahlen für die gelöste Substanz beim Eiweiss recht gross. Ich stellte deshalb einen Versuch an (siehe Tab. I), wo ich 5 ccm Eiweiss mit 5 ccm Speichel im Mörser zerrieb, mit dest. Wasser auf 500 ccm auffüllte, und nach der früher angegebenen Methode verfuhr. Die Löslichkeitsverhältnisse blieben dieselben. Es war daher an der Richtigkeit dieser Zahlen nicht zu zweifeln. Da

das Ptyalin Eiweiss nicht verändert, konnte es sich nur darum handeln, dass sich Extractivstoffe des Eiweisses lösten. Eine Bildung von Acidalbumin war wohl auszuschliessen, weil ich meine Versuche meistens in den Nachmittagsstunden anstellte, wo ich, wie Dieminger[1]) nachgewiesen, auf eine starke Alkalinität des Speichels rechnen konnte.

Ich zerrieb endlich 5 ccm Eiweiss mit 5 ccm dest. Wassers im Mörser, füllte auf 500 ccm auf und verfuhr wie vorher. Im Filtrat fand ich 12% des Gewichts gelöst. Im Auszug war kein Eiweiss, die 12—18% die also durch Speichel resp. Wasser in Lösung gehen, sind offenbar in erster Linie Salze. Aehnliche Resultate wie Eiweiss lieferten Pressack und Fleisch. Eine Ausnahme machte nur der Holländer-Käse. Von diesem gingen ca. 40% durch den Mundspeichel in Lösung. Ob die grosse Löslichkeit des Holländer-Käses im Zusammenhang steht mit der guten Zerkleinerung desselben beim Kauen, ob er wegen seiner grossen Löslichkeit von vielen Menschen so gut vertragen wird, sind Fragen, worüber nur neue Versuche in dieser Richtung Aufklärung schaffen können.

Ich gehe nun zur Schilderung der Versuche mit gekochten und rohen Vegetabilien über.

(Siehe Tabelle II auf S. 16 u. 17.)

IV. Resultate an stärkereichen Vegetabilien.

Gekochte Maccaroni und gekochte neue Maltakartoffeln.

Die Maccaroni wurden nicht besonders fein zerkleinert. Sie stehen im Zerkleinerungsgrad den animalischen und davon dem Eiweiss am nächsten. Ebenso bildeten sie neben diesem das beste Object für die genaue Zählung und Durchmesserbestimmung der Fragmente. Wir trafen auch im Maccaronibrei stets einige gröbste oft stark eingeschnittene Stücke. Ihre Anzahl schwankte von 8—12. Die gekochten Kartoffeln dagegen wurden sehr fein zerkleinert. Gröbste Partikel waren nicht zu finden.

1) Dr. Hermann Dieminger, Beiträge zur Kenntnis des menschlichen Mundspeichels in gesunden und pathologischen Verhältnissen. Inaugural-Dissertation. Würzburg, 1898.

Das Verhältnis der feinst zerkleinerten (unter 1 mm) zur grobzerkleinerten (über 1 mm) Masse ist bei:

Maccaroni	Kartoffeln
1:9.	1:1.

Das Verhältniss der grösseren Partikel (4—7 mm) zu den kleineren (1—4 mm) bei:

Maccaroni	Kartoffeln
1:3	1:8.

Was die Löslichkeit in der Mundhöhle anbetrifft, so übertreffen die stärkereichen Vegetabilien die animalischen Nahrungsmittel weit. Aus unserer Tabelle folgt, dass wenigstens 38% der Maccaroni und 50% der Kartoffelsubstanz in Lösung gehen. Ein analoger Versuch wie beim Eiweiss, nämlich ein Zerreiben von 5 ccm Maccaroni resp. Kartoffeln mit 5 ccm destillirtem Wasser in Mörser, Auffüllung auf 500 ccm und weitere Behandlung nach bekannter Methode ergab eine Löslichkeit von nur 6% für die gekochten Maccaroni und 10% für die gekochten Kartoffeln. Es wurden also, wenn wir die niedrigsten Zahlen berücksichtigen, 27% der Maccaroni und 40% der Kartoffelsubstanz durch die amylolytische Thätigkeit des Speichels in $^1/_2$ Minute gelöst.

Aehnliche Resultate erhielt Weinstein für das Brod. Derselbe liess in vitro auf 5 g Brod 20 ccm Speichel resp. Wasser einwirken und fand:

für Weissbrot: nach 15 Minuten langer Einwirkung von Speichel: 2,84 g = 57% gelöst,

nach 5 Minuten: 2,08 g = 42% gelöst,

nach 1 Minute: 1,18 = 24% gelöst,

für Schwarzbrod: nach 5 Minuten langer Einwirkung von Speichel: 1,97 g = 39%,

für Friedrichsdorfer Zwieback: nach 5 Minuten: 2,53 = 51% gelöst,

Wasser statt Speichel im Mittel 0,64 = 13%.

1) Dr. V. Weinstein, Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung des menschlichen Mundspeichels für die Verdauung im Magen, insbesondere des Brodes. Inaugural-Dissertation. Würzburg, 1899.

Tabelle II. **Stärkereiche Maccaroni,**

A. Zerkleinerung durch den normalen Kauact

Art des Objects	Spec. Gewicht	Grösse in ccm	Gewicht des Bissens in mmg	Zeitdauer des Kauens in Secunden	Anzahl der mit blossem Auge zählbaren Partikeln		Durchmesser dieser Partikel in mm		Durchmesser der nur mikroskopisch messbaren Partikel
					a) grössere	b) kleinere	a) von d. grösseren	b) von d. kleineren	
Gekochte Maccaroni, gekaut	1,08	3	3 240	15	59	191	2—4	1—2	0,04—0,1
	1,09	3	3 270	16	58	196	2—5	1—2	0,1 —0,8
	1,09	3	3 270	18	56	152	2—5	1—3	0,1 —0,6
	1,08	4,7	5 000	20	67	214	4—7	1—3	0,05—0,3
	1,08	5	5 400	22	74	256	2—7	1—2	0,04—0,6
	1,08	*5*	*5 400*	*24*	*70*	*200*	*2—6*	*1—3*	*0,01—0,8*
	1,08	*5*	*5 400*	*25*	—	—	—	—	—
Ditto, zerrieben	*1,08*	*5*	*5 400*	*30* Sec. mit 5 ccm dest. Wassers zerrieben					
Gekochte neue Maltakartoffeln	1,25	3	3 750	16	14	149	3—5	1—2	0,1 —0,8
	1,25	3	3 750	15	20	145	3—5	1—2	0,01—0,5

Tabelle III. **Zuckerhaltige Apfel, gelbe**

A. Zerkleinerung durch den normalen Kauact

Art des Objects	Spec. Gewicht	Grösse in ccm	Gewicht des Bissens in mmg	Zeitdauer des Kauens in Secunden	Anzahl der mit blossem Auge zählbaren Partikeln, grösser als 1 mm		Durchmesser dieser Partikel in mm		Durchmesser der nur mikroskopisch messbaren Partikel
					a) grössere	b) kleinere	a) von d. grösseren	b) von d. kleineren	
Apfel (roh)	1,233	3	3 700	15	58	279	2—4	1—2	0,1 —0,4
	1,16	3	3 500	14	67	204	2—5	1—2	0,1 —0,5
	1,23	3	3 700	16	65	275	2—5	1—2	0,1 —0,7
	1,25	3	3 750	15	65	256	2—5	1—2	0,1 —0,5
	1,24	5	6 200	30	107	464	2—6	1—2	0,05—0,5
	1,24	*5*	*6 200*	*28*	*104*	*520*	*2—5*	*1—2*	*0,1 —0,6*
	1,24	*5*	*6 200*	*25*	—	—	—	—	—
Gelbe Rübe (roh)	1,1	3	3 300	15	50	302	3—5	1—2	0,01—0,9
	1,1	5	5 500	20	72	432	3—9	1—3	0,02—0,9
	1,1	*5*	*5 500*	*22*	*79*	*402*	*2—8*	*1—2*	*0,01—0,8*
Rettig	1,11	3	3 330	16	51	162	3—11	1—2	0,01—0,9
	1,1	5	5 500	25	72	212	3—9	1—3	0,02—0,8

Vegetabilien.

Kartoffeln.

Tabelle II.

B. Löslichkeit durch den menschlichen Mundspeichel

Trockensubstanz des ganzen Bissens in mmg	Trockensubstanz der erhaltenen Partikel in mg: a) der grösseren	b) der kleineren	c) der mikroskop. gemessenen	Trockensubstanz des Filtrats in mmg	Gesammtmenge d. wiedergefundenen Trockensubstanz in mmg	Substanzverlust durch den Versuch in mmg	Substanzverlust durch den Versuch in %	Gewicht der ungelösten Substanz in mmg	Gewicht der gelösten Substanz in mmg	Gewicht der: a) ungelösten Substanz in %	Gewicht der: b) gelösten Substanz in %
600	160	130	70	200	560	— 40	7	360	240	60	40
610	170	100	75	243	588	— 12	2	345	265	57	43
600	230	80	65	—	—	—	—	375	225	62	38
1 050	460	200	50	350	1 060	+ 10	—	710	340	68	32
1 080	400	210	100	—	—	—	—	710	370	66	34
1 015	*401*	*206*	*74*	*363*	*1 044*	*+ 29*	—	*681*	*334*	*67*	*33*
1 024	*412*	*211*	*60*	*378*	*1 061*	*+ 37*	—	*683*	*341*	*67*	*33*
1 000	—	—	—	*60*	—	—	—	*940*	*60*	*94*	*6*
1 240	130	140	250	690	1 210	30	— 3	520	720	42	58
1 250	120	130	310	640	1 200	50	— 4	560	690	45	55

Vegetabilien.

Rübe, Rettig.

Tabelle III.

B. Löslichkeit durch den menschlichen Mundspeichel

Trockensubstanz des ganzen Bissens in mmg	Trockensubstanz der erhaltenen Partikel in mg: a) der grösseren	b) der kleineren	c) der mikroskop. gemessenen	Trockensubstanz des Filtrats in mmg	Gesammtmenge d. wiedergefundenen Trockensubstanz in mmg	Substanzverlust durch den Versuch in mmg	Substanzverlust durch den Versuch in %	Gewicht der ungelösten Substanz in mmg	Gewicht der gelösten Substanz in mmg	Gewicht der: a) ungelösten Substanz in %	Gewicht der: b) gelösten Substanz in %
470	50	70	50	270	440	— 30	— 6	170	300	36	64
490	60	40	50	—	—	—	—	150	340	30	70
480	60	45	45	—	—	—	—	150	330	31	69
510	60	40	50	350	500	— 10	— 2	150	360	30	70
840	90	80	140	490	800	— 40	— 5	310	530	37	63
921	*108*	*100*	*131*	*621*	*960*	*+ 39*	—	*339*	*582*	*37*	*63*
890	*100*	*90*	*120*	*570*	*90*	*— 10*	*1*	*310*	*580*	*35*	*65*
400	70	50	30	235	305	— 15	4	150	250	38	62
550	100	70	50	285	505	— 45	8	220	330	40	60
633	*185*	*80*	*47*	*341*	*653*	*+ 20*	—	*312*	*321*	*50*	*50*
230	70	350	15	105	225	— 5	2	120	110	52	48
340	100	40	20	144	304	— 36	—10	160	180	47	53

Ebenso zeigen die Versuche von Jungmann[1]) an altbackenem und frischem Brod, dass nach 1 Minute langem Kauen eine Speichelmenge absorbirt wird, die zu einer äusserst energischen Verzuckerung hinreicht. Die genauen Lösungsverhältnisse des Brodes in der Mundhöhle wurden aber von beiden Autoren nicht bestimmt.

Dass ich bei einem meiner Versuche etwas mehr, bei einem zweiten etwas weniger vom gleichen Nahrungsmittel gelöst fand, kann natürlich von dem momentanen Zustand der Speicheldrüsen, der Qualität des Speichels und vielen anderen Dingen abhängen. Stets waren sowohl bei den Maccaroni als bei den Kartoffeln reichliche Zuckermengen in den Filtraten nachzuweisen. Quantitative Zuckerbestimmungen nach der titrimetrischen Methode von Lehmann ergaben Zahlen, die aber ziemlich weit hinter der Menge des Gesammtextracts stehen. Es ist dies wohl erklärlich, indem aus Stärke neben Maltose auch nicht reducirende dextrinartige Körper gebildet werden.

Wir erhielten für:

Nach 1 Minute langer Speicheleinwirkung	Trocken-substanz des Bissens in mg	Gesammt-extract in mg	Zucker in mg	Zucker in %
Gekochte Maccaroni . .	1 000	300	175	17,5
Gekochte Maltakartoffeln	1 200	650	412	32

Einige nachträglich angestellte Zuckerbestimmungen in den Filtraten von Maccaroni und Kartoffeln dienen als Controle. Sie bestätigten meine anfänglichen Resultate.

Der Bissen wurde bei diesen Versuchen ca. 1 Minute lang gekaut. Der so erhaltene Brei wurde in ein Glas ausgespuckt das 50 ccm Wasser enthielt, dem 5 ccm conc. Salzsäure beigefügt waren. Der Mund wurde mit angesäuertem Wasser nachgespült. (5 Tropfen conc. HCl auf 100 ccm Wasser.)

1) Dr. Jungmann, Eugen, Einfluss der menschlichen Verdauungssäfte auf altbackenes und frisches Brod. (Aus dem hygienischen Institut Würzburg.) Archiv f. Hygiene, Bd. XXIV, S. 109.

Die Resultate waren:

Nach 1 Minute langem Kauen	Trocken-substanz des Bissens in mg	Gesammt-extract in mg	Zucker in mg	Zucker in %
Gekochte Maccaroni . .	1 000	300	140,3	14
	1 020	350	210	20
	1 020	320	180	17,5
Gekochte Maltakartoffeln	1 250	650	365,5	29
	1 200	640	279	23

Die Zuckerbestimmungen wurden folgendermaassen ausgeführt:

Von der bekannten Filtratmenge wurden 100 ccm mit 50 ccm Fehling'scher Lösung 6 Minuten lang gekocht und dann das gebildete Kupferoxydul abfiltrirt. Das Kupfersulfat filtrat wurde auf 250 ccm aufgefüllt und hiervon 50 ccm titrirt. Daraus wurde die Kupfermenge berechnet, die reducirt wurde, und in den Tabellen die entsprechende Zuckermenge abgelesen. z. B. Gekochte Kartoffel. Filtratmenge: 250 ccm.

5,0 ccm $CuSO_4$ = 13,9 $^1/_{10}$ $Na_2S_2O_3$, also
25,0 ccm $CuSO_4$ = 69,5 $^1/_{10}$ » » »

100 ccm Filtrat wurden mit 50 ccm Fehling'scher Lösung 6 Minuten lang gekocht und das gebildete Kupferoxydul abfiltrirt. Das $CuSO_4$-Filtrat wurde auf 250 ccm aufgefüllt. Hiervon

50 ccm titrirt = 8,0 $^1/_{10}$ $Na_2S_2O_3$
250 ccm » = 40,0 $^1/_{10}$ » » »
Vor dem Kochen = 69,5 $^1/_{10}$ $Na_2S_2O_3$
Nach dem Kochen = 40,0 $^1/_{10}$ » » »

Also für Zucker verbraucht 29,0 ccm $^1/_{10}$ $Na_2S_2O_3$.

Dies entspricht:

29,5 · 6,3 = 185,85 Cu.
185,85 Cu = 165 mg Maltose.
In 100 ccm Filtrat = 165 mg Zucker
» 250 » » = 412 » »

Betrachten wir endlich die zuckerhaltigen Vegetabilien.

(Siehe Tabelle III auf S. 16 u. 17.)

V. Resultate an zuckerhaltigen Vegetabilien.

Apfel (roh), gelbe Rübe (gekocht), Rettig (roh).

Die Zählung der grösseren und kleineren Partikel liess sich, wenn auch schon schwieriger, doch noch ziemlich genau vornehmen. Es waren auch bei diesen Objecten stets einige »gröbste« Theilchen zu finden. Ihre Anzahl war ziemlich constant zwischen 10—12 Stück. Ihr Durchmesser überstieg nie 10 mm. Das Verhältnis der fein zerkleinerten (unter 1 mm) zu der grob zerkleinerten (über 1 mm) Menge beträgt beim:

Apfel	Gelbe Rübe	Rettig
1:2	1:4	1:7

d. h. es wurde beim Apfel $^1/_3$, bei der gekochten gelben Rübe $^1/_5$ und beim Rettig blos $^1/_8$ des Bissens fein zerkleinert.

Das Verhältnis der grösseren Partikel zu den kleineren war:

Apfel	Gelbe Rübe	Rettig
1:4	1:5	1:3

Bei den Vegetabilien blieben bei den Aepfeln die meisten gröberen und feineren Partikel, doch waren die gröberen Partikel nur 2—5, bei dem Rettig 3—9 mm gross.

Stets war bei diesen Nahrungsmitteln eine reiche Lösung im Speichel zu bemerken, wie die Zahlen der Tabelle III verrathen. Macerationsversuche mit Wasser im Mörser ergaben hier aber ganz verschiedene Resultate wie bei den stärkereichen Nahrungsmitteln. Während bei den letzteren nur ein relativ kleiner Procentsatz durch Maceration mit Wasser gelöst wurde, wurden bei diesen zuckerhaltigen Nahrungsmitteln fast ebenso viel durch Wasser gelöst wie beim Kauen im Speichel. So wurden durch Maceration von 5 ccm:

1 Minute lang mit 5 ccm destillirtem Wasser zerrieben	Mit Wasser gelöst	Durch den Mundspeichel gelöst
Apfel	60 %	bis 63 %
Gelbe Rübe . .	60 »	» 62 »
Rettig	40 »	» 53 »

Also nicht viel weniger als beim Kauen.

Ebenso waren, wie zu erwarten, die Zuckermengen in den Filtraten reichlicher als bei der vorhergehenden Gruppe. Quantitative Zuckerbestimmungen ergaben Zuckerwerthe, die der Gesammttrockensubstanz des jeweiligen Filtrates fast gleichkamen. So erhielt ich bei:

Nach 1 Minute langem Kauen	Trockensubstanz des Bissens in mg	Gesammtextract in mg	Zucker in mg	Zucker in %
Apfel	850	500	455	53,5

Wenn ich die Resultate meiner Versuche kurz zusammenfasse, so lässt sich Folgendes sagen:

Bei den weichen vegetabilischen Nahrungsmitteln war die Menge der fein zerkleinerten Fragmente meist grösser als bei den animalischen, dagegen wurden die gekochten Maccaroni und der rohe Rettig besonders schlecht zerkleinert.

Fassen wir dagegen die Löslichkeit in der Mundhöhle in's Auge, so übertreffen die vegetabilischen Stoffe die animalischen weit, gleichgültig, ob es sich um zuckerhaltige oder nur stärkereiche Nahrungsmittel handelte. Stets wurden etwa 30—50 % beim Kauen in $^1/_2$ Minute gelöst. Besondere quantitative Versuche zeigten, dass überall, wo ein erheblicher Trockensubstanzgehalt in den Filtraten vorhanden war, auch reichliche Zuckermengen nachzuweisen waren, und dass also die Autoren vollständig recht haben, welche die Verzuckerung der Stärke in der Mundhöhle für einen physiologisch durchaus bedeutsamen Vorgang halten. Der auf Traubenzucker berechnete Zuckergehalt im Filtrat von gekautem Apfel entsprach ziemlich annähernd der Trockensubstanz des Filtrats, während bei den gekochten Maccaroni und Kartoffeln, wie zu erwarten, die aus dem Reductionswerth berechnete Maltose erheblich hinter der Menge des Gesammtextracts zurückblieb — was sich wohl durch den Dextringehalt des letzteren erklärt. Ebenso ergab sich, wie zu erwarten, dass zwar der mit Wasser zerriebene Apfel und die

gelbe Rübe auch grosse Extractmengen abgaben, dass aber bei den stärkehaltigen Präparaten der Unterschied ein sehr erheblicher war.

Ich möchte endlich, bevor ich zu meinen Schlussfolgerungen übergehe, noch einige Worte sagen über die Substanzverluste, die ich bei Ausführung meiner Versuche aufzuweisen hatte. Dass einige feinste Partikelchen während des Versuches verloren gingen, war voraussichtlich nicht zu vermeiden. Die Thatsache nun, dass die Verluste bei allen meinen Versuchen so klein waren, dass ich öfters bei meinen Controlversuchen sogar einen Ueber schuss an Substanz vorfand, musste mich auf den Gedanken führen, dass die Trockensubstanz des abgeschiedenen Speichels diese Differenzen wohl ausgleichen werde. Es handelte sich also darum, die Trockensubstanz der jeweils abgeschiedenen Speichelmenge festzustellen. Die in $^1/_2$ Minute abgeschiedene Speichelmenge suchte ich durch Kauen eines Stückes bestgereinigten Cofferdam (Kautschuk) zu bestimmen.

Ich fand eine Speichelabsonderung von 1—$1\,^1/_2$ ccm in 20 bis 30 Secunden; 2 ccm in der Minute. Diese Resultate stimmen mit denen von Dieminger[1]) und Jungmann[2]) angegebenen überein. Dieminger fand nach der von Sticker[3]) angegebenen Methode (durch Kauen eines Schwämmchens) eine Speichelabsonderung von 10—20 ccm in 5—10 Minuten.

Bei der Bestimmung der Trockensubstanz der in Frage kommenden Speichelmenge wurde nach dem Kauen der am Cofferdam noch haftende Speichel mittels der Spritzflasche gewonnen; es wurde der Mund mit dest. Wasser nachgespült genau wie bei allen früheren Versuchen. Die gewonnene Flüssig-

---

1) Dr. Hermann Dieminger, Beiträge zur Kenntnis des menschlichen Mundspeichels in gesunden und pathologischen Verhältnissen. Inaugural-Dissertation. Würzburg, 1898.

2) Dr. Eugen Jungmann, Einfluss der menschlichen Verdauungssäfte auf altbackenes und frisches Brot. (Aus dem hygienischen Institut Würzburg.) Archiv f. Hygiene, Bd. XXIV.

3) Dr. Sticker, Ein einfaches Verfahren, grössere Mengen von Mundspeichel zu gewinnen. Münchener med. Wochenschrift, Nr. 9, 1897.

keit wurde in der Platinschale kunstgerecht zur Trockne gemacht. Ich erhielt im Mittel 37 mg Trockensubstanz.

Es geht daraus hervor, dass bei mehreren meiner Versuche der Substanzverlust gleich 0 oder ganz unbedeutend ist, bei einigen 3—4% höher als in meinen Tabellen angegeben, doch 10% nie übersteigt.

Aus meinen Resultaten lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

I. Ueber die Zerkleinerung der Speisen beim Kauen.

Ein für den normalen Kauact passender Bissen hat ein Volumen von ca. 5 ccm. Das Gewicht des Bissens ist abhängig vom spec. Gewicht des betreffenden Nahrungsmittels. — Ein solcher Bissen wird beim normalen Menschen mit normalem Gebiss in $^1/_2$ Minute durch den Kauact genügend zerkleinert, um das Gefühl der Schluckbarkeit hervorzurufen, unabhängig von der Natur des Nahrungsmittels. In dem so erhaltenen Brei befindet sich stets eine begrenzte Anzahl gröbster Partikel (über 7 mm Durchmesser). Die Anzahl derselben ist abhängig von der Natur des Objects.

Die kleinsten Partikel, die beim normalen Kauact von einem Menschen mit normalem Gebiss erhalten werden, haben einen Durchmesser von 0,01 mm; die gröbsten Theilchen, die normal geschluckt werden, übersteigen einen Durchmesser von 12 mm nicht. Stücke von über 12 mm im Durchmesser werden beim Schlucken des Breies ziemlich vollständig im Munde zurückbehalten und erleiden eine nachträgliche Zerkleinerung.

Die mit sehr feinem Tastsinn ausgestattete Zungenspitze prüft bei ihren Bewegungen fortwährend die in Verarbeitung begriffene Substanz auf den Grad der erlangten Feinheit. Das Urtheil hierüber wird durch Sensationen unterstützt, welche von den Zähnen, der Gaumen- und Wangenschleimhaut, sowie von den Muskelsehnen ausgehen.

Die besten Objecte für die Zerkleinerungsfrage bildeten Eiweiss und Maccaroni, am schwierigsten liess sich die Zählung

beim Fleisch vornehmen. Im Ganzen wurden die vegetabilischen Nahrungsmittel besser zerkleinert als die animalischen.

II. Ueber die Lösung der Speisen durch den Mundspeichel.

Der menschliche Mundspeichel besitzt die Fähigkeit, in ganz kurzer Zeit (schon nach $^1/_2$ Minute) bedeutende Mengen unserer genussfertigen Hauptnahrungsmittel wie Kartoffeln und Maccaroni, Rüben u. s. w. zu lösen.

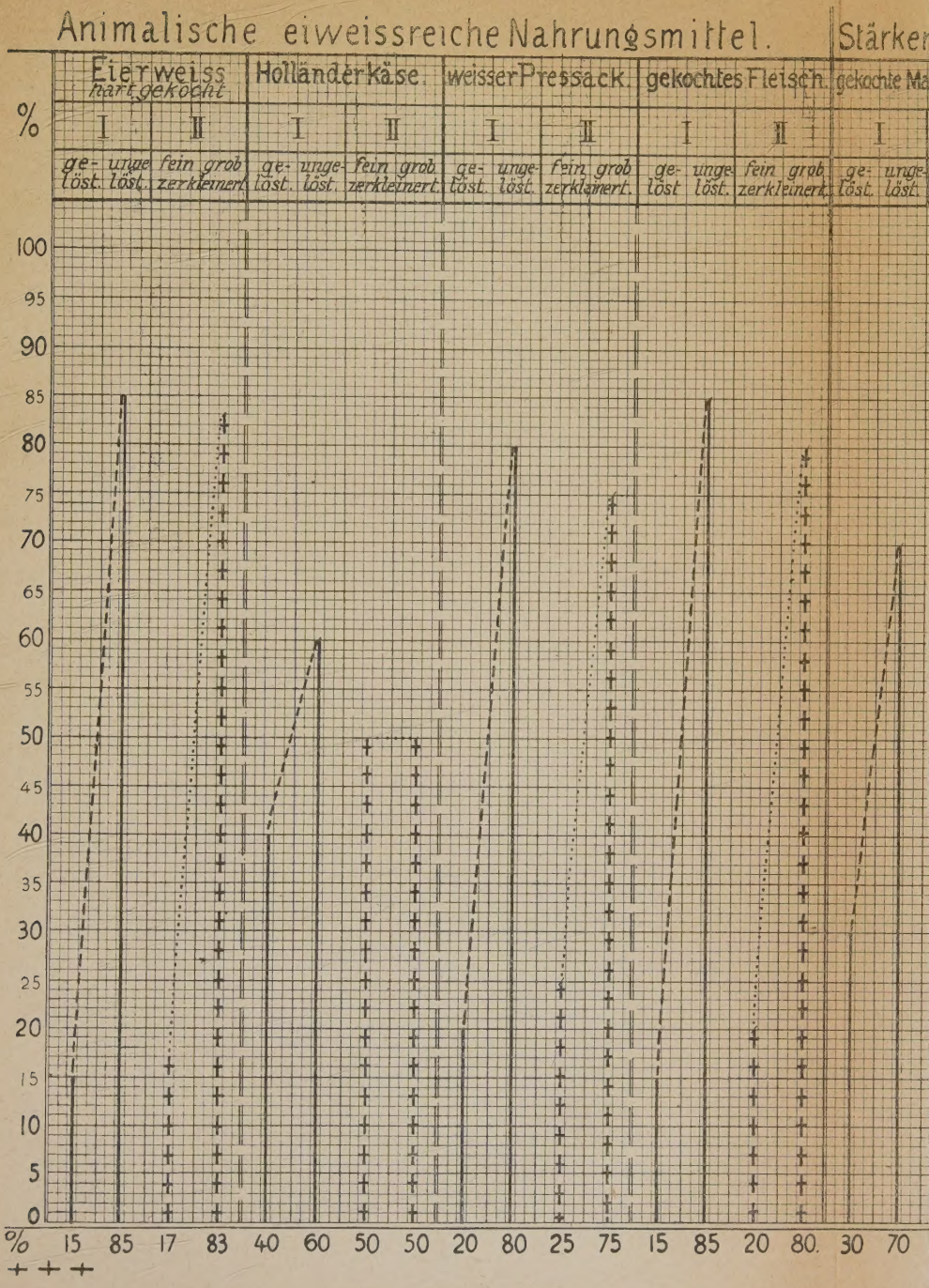
Animalische Nahrungsmittel, wie Eiweiss, Fleisch und Pressack werden vom menschlichen Mundspeichel dabei nicht verändert; der Speichel löst von diesen Nahrungsmitteln nicht mehr als die auch in Wasser löslichen Bestandtheile. Dagegen wird bei stärkereichen Nahrungsmitteln schon nach $^1/_2$ Minute langem Kauen, eine Speichelmenge absorbirt, die zu einer äusserst energischen Verzuckerung führt. Eine intensive und schnell vor sich gehende Einwirkung des Speichels auf stärkereiche Nahrungsmittel unterliegt keinem Zweifel mehr. Die Fähigkeit, stärkehaltige Nahrungsmittel in wasserlösliche Substanzen überzuführen, beruht auf der amylolytischen Wirkung des Ptyalins.

* * *

Zum Schluss meiner Arbeit erfülle ich gern die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann für die Anregung zur vorliegenden Arbeit, für die liebenswürdige Unterstützung bei Ausarbeitung und Darstellung derselben, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Gleichfalls danke ich Herrn Dr. Lang für seine freundlichen Bemühungen.

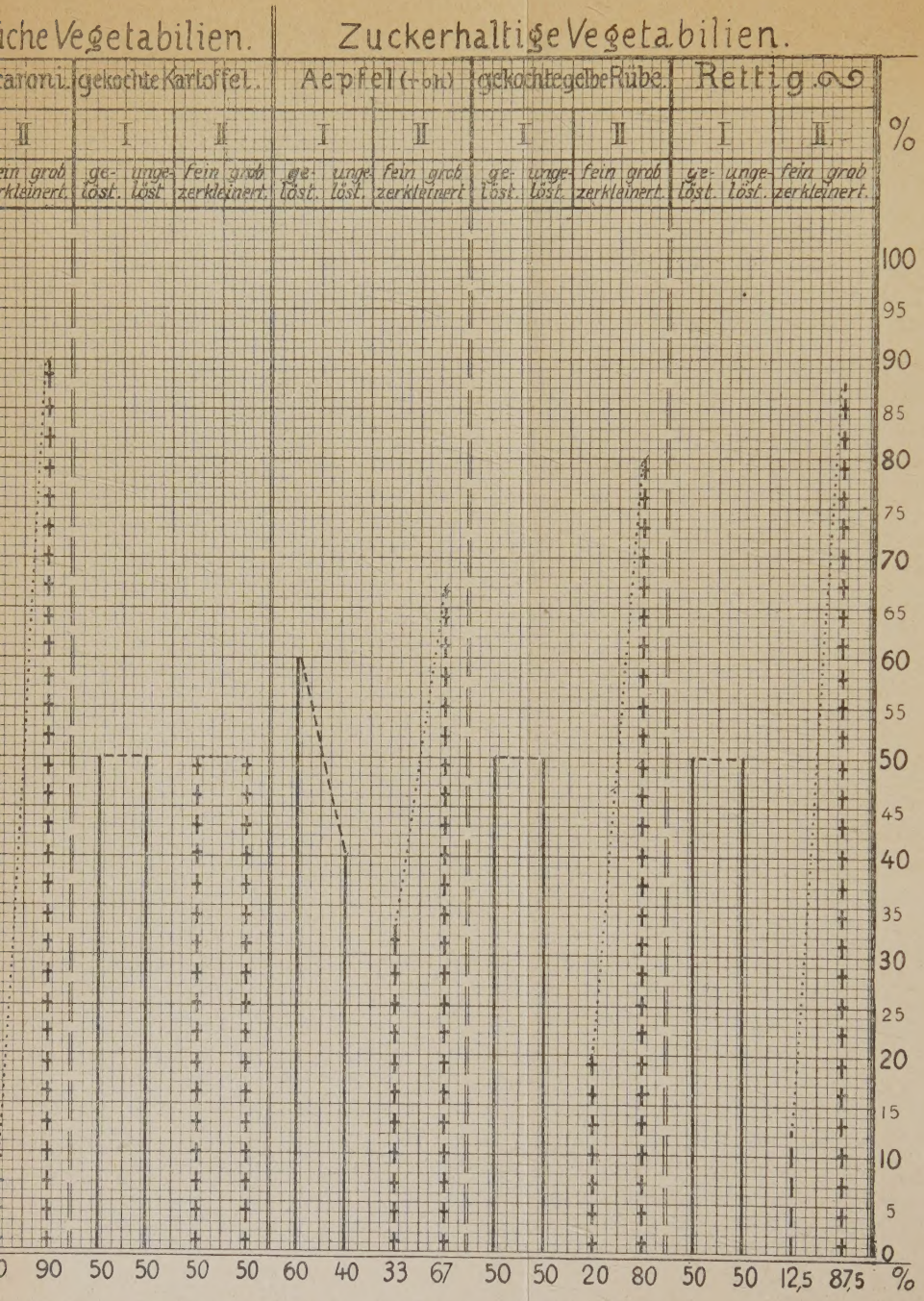
Graphische Darstellung der Lösung und Zerkleineru
normalen



Anmerkung zu II: a) Fein zerkleinert: Partike
b) Grob zerkleinert: Partike

Druck von R. Oldenbourg in München.

g einiger Nahrungsmittel durch den Kauact beim lenschen.



hen unter 1 mm Durchmesser (0,01 — 1 mm).
über 1 mm Durchmesser (2 — 12 mm).